

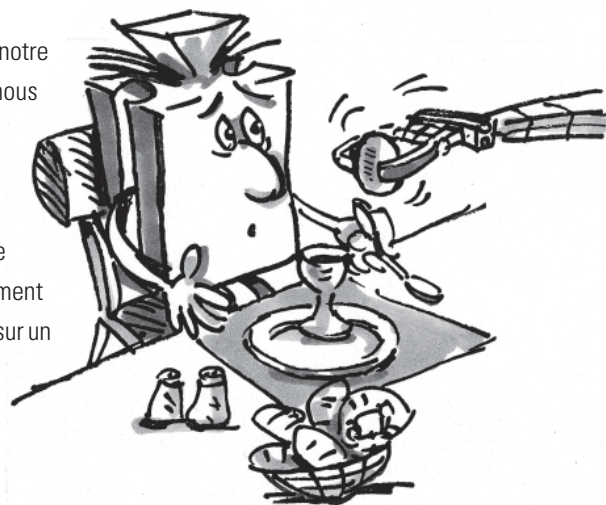
Sommaire



Principes de la pneumatique	p. 38
Avantages de la pneumatique	p. 38
Que nous dit l'histoire	p. 39
Systèmes pneumatiques et composants	p. 40
Génération d'air comprimé	p. 40
Distribution d'air comprimé	p. 41
Préparation de l'air comprimé	p. 41
Production de l'énergie cinétique et commande des mouvements	p. 41
Vérins pneumatiques	p. 41
Soupapes	p. 44
Maquettes fonctionnelles pneumatiques	p. 46
Table élévatrice à ciseaux	p. 46
Pompe à ballons	p. 48
Double porte coulissante	p. 49
Catapulte	p. 50
Maquettes pneumatiques	p. 52
Si quelque chose ne fonctionne pas correctement	p. 52
Pneumatique plus que jamais	p. 53

Principes de la pneumatique

■ Nous ne saurions renoncer à l'air comprimé dans notre vie quotidienne. L'air comprimé est une chose que nous rencontrons tous les jours indirectement ou directement. Tout commence peut-être par l'œuf du petit déjeuner qui a été prélevé par des pinces aspirantes en vue de son conditionnement. Ou chez le dentiste qui soigne le trou d'une dent en se servant d'une fraise à fonctionnement pneumatique. Les marteaux pneumatiques brisant le sol sur un chantier ou les équipements de freinage des camions et d'innombrables autres situations font preuves de l'emploi de la pneumatique au quotidien.



Le terme pneumatique vient du grec « pneumos » et signifie le « souffle ». La pneumatique se sert avant toute chose de l'air pour créer des mouvements et faire fonctionner une force mécanique. L'air comprimé est pratiquement capable d'actionner quoi que ce soit. L'air comprimé remplace l'effort des muscles ou la force de n'importe quelle autre énergie provenant p. ex. de l'électricité, de l'eau, de l'huile hydraulique ou de l'énergie éolienne.

Avantages de la pneumatique

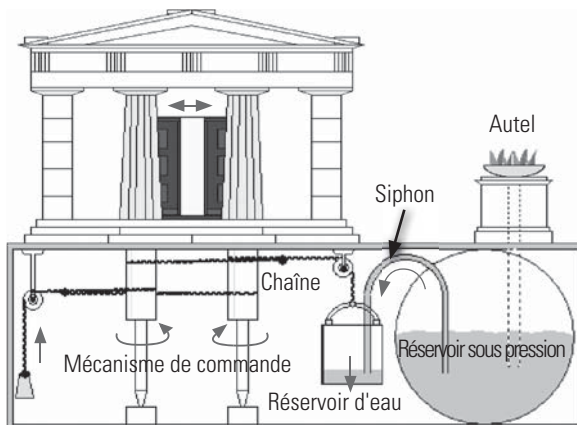
■ Les avantages de la pneumatique sont que ...

- l'air comprimé est accumulable
- l'air comprimé peut être transporté sur de grandes distances via des tubes et tuyaux ou dans des récipients appropriés
- l'air comprimé est propre et non polluant
- l'air comprimé permet d'exécuter des mouvements rapides
- les vérins pneumatiques peuvent exécuter de nombreux mouvements sans avoir recours à une mécanique compliquée
- l'air comprimé est inexplosif

Notre boîte de construction Pneumatic 3 vous explique tous ces avantages et vous donne de nombreuses informations complémentaires. Nous voulons également vous démontrer le fonctionnement des éléments et composants pneumatiques. Pour ce faire, nous vous expliquons les différents éléments de construction d'étape en étape et vous montrons leur fonctionnement. La boîte de construction contient également d'innombrables exemples de maquettes démontrant l'utilisation de la pneumatique.

Que nous dit l'histoire

■ Le technicien et inventeur grec Ctésibios, qui a vécu il y a plus de 2000 ans, est considéré comme l'inventeur des machines actionnées par l'air comprimé telles que les catapultes, qui se servaient de l'air comprimé pour lancer des boules et des javelots. Un système à air comprimé très connu est celui de Héron d'Alexandrie qui a utilisé le feu d'un autel pour générer de l'air comprimé et ouvrir les grandes portes d'un temple comme par miracle.



La chaleur du feu de l'autel a chauffé l'air dans un réservoir sous pression à moitié rempli d'eau. L'air chauffé a pour habitude de se dilater et ceci comprime l'air contenu dans le réservoir. L'air se dilatant occupait plus de place et a pressé l'eau contenue dans le réservoir sous pression dans un réservoir d'eau avec pour effet d'augmenter le poids de ce dernier qui ouvrait les portes automatiquement en s'abaissant.

■ Depuis le début du 20^{ème} siècle, la pneumatique est utilisée par l'industrie dans la technique de transmission et de régulation. La pneumatique sert par exemple à l'entraînement des marteaux et perceuses dans



le domaine des engins et matériels de génie civil et l'industrie des machines agricoles. La pneumatique d'aspiration et de pression est tout aussi courante dans la manutention mécanique, p. ex. dans des moulins à blé et pour transporter les farines. La pneumatique s'utilise aussi pour la fabrication d'instruments musicaux, p. ex. pour les orgues. Les touches d'un piano automatique comme le pianola sont commandées par un système pneumatique. La pneumatique connaît des applications illimitées, que ce soit dans l'industrie automobile, textile et agro-alimentaire, dans l'électrotechnique, voire dans l'aérospatiale.



Systèmes pneumatiques et composants

Génération d'air comprimé

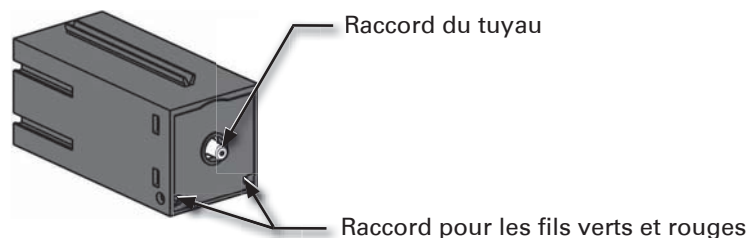
■ Un système pneumatique est composé de cinq systèmes partiels.

- Génération d'air comprimé
- Distribution d'air comprimé
- Préparation de l'air comprimé
- Production de l'énergie cinétique via des vérins pneumatiques
- Commande du déplacement par des soupapes

■ La génération de l'air comprimé s'effectue via un compresseur, une soufflante ou une pompe à air. L'air comprimé peut être stocké dans des bouteilles et d'autres réservoirs d'air comprimé.

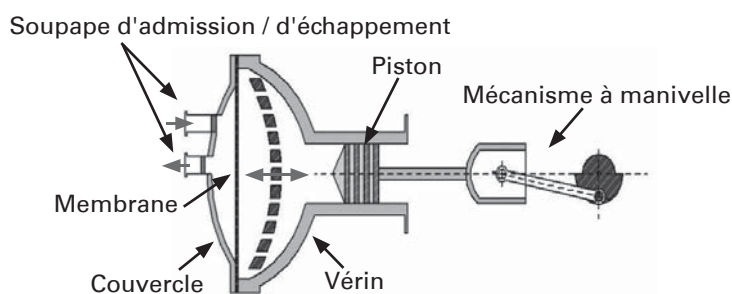
La pompe à membrane comme compresseur

La pompe à membrane contenue dans la boîte de construction fournit l'air comprimé nécessaire à la commande des différentes maquettes. L'industrie parle habituellement d'une source d'air comprimé dans ce contexte.



Fonctionnement :

Une pompe à membrane est composée de deux chambres séparées par une membrane. La membrane élastique est déplacée vers le haut et le bas via un piston et une excentrique dans une chambre. La membrane est tirée en arrière durant la course descendante et l'air est aspiré dans la deuxième chambre via la soupape d'admission. La membrane repousse l'air de la tête de la pompe via la soupape d'échappement durant la course ascendante du piston.

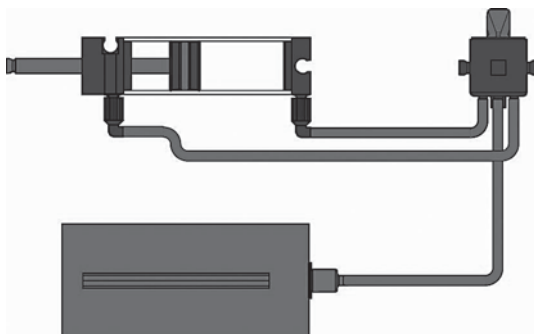


Observation :

La surpression produite par le compresseur fischertechnik s'élève à environ 0,7 à 0,8 bar. La pompe à membrane ne nécessite pas d'entretien.

Il est toutefois important d'utiliser une pile alcaline de 9 Volts pour l'alimentation électrique du compresseur. Il va de soi que l'Accu Set de fischertechnik fournit nettement plus d'énergie que la pile monobloc de 9 Volts et qu'il dispose d'une meilleure longévité parce qu'il est rechargeable. La recharge de l'accu ne dure qu'au plus deux heures.

■ L'air comprimé est transportée là où le mécanisme en a besoin via les tuyaux bleus. Vous pouvez poser les conduites d'air du compresseur jusqu'aux soupapes et vérins.



Distribution

d'air comprimé

■ Il est particulièrement important, afin que les composants pneumatiques fonctionnent correctement au niveau industriel, de préparer l'air comprimé en conséquence. Pour ce faire, l'air doit être filtré, refroidi, déshumidifié et déshuilé. Vous ne devez toutefois pas vous conformer à ces prescriptions pour les maquettes de la boîte de construction Pneumatic 3.

Préparation

de l'air comprimé

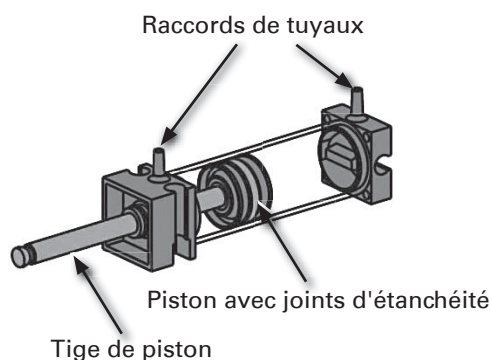
Vérins pneumatiques

■ Nous utilisons des vérins **pneumatiques pour mettre l'air en mouvement**. Il est théoriquement toujours requis de faire une différence entre les vérins à « simple effet » et ceux à « double effet ».

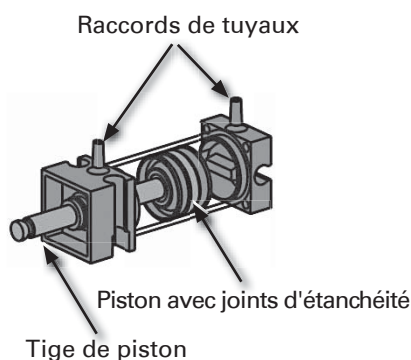
La boîte de construction Pneumatic 3 contient deux vérins pneumatiques de différente taille avec le même fonctionnement à « double effet ».

Production de l'énergie cinétique et commande des mouvements

Vérin 60



Vérin 45

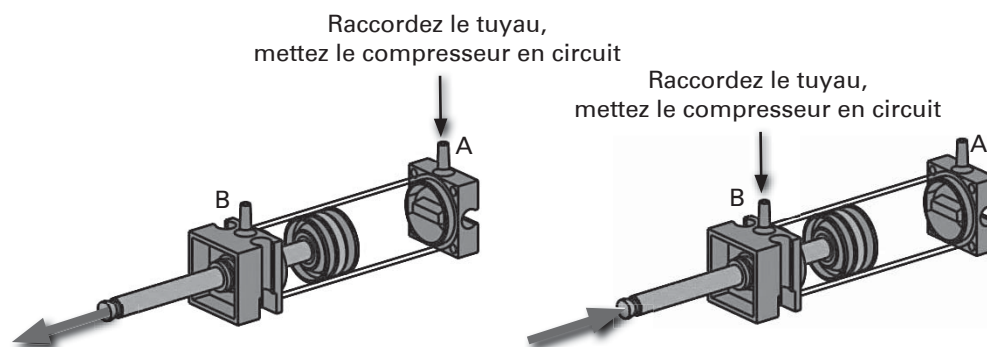


La tige de piston bleue est mobile et le vérin est étanche. La tige de piston se déplace en soufflant de l'air dans le vérin via l'un des deux raccords de tuyau. Le piston se rétracte en soufflant de l'air du côté opposé.

Le piston peut donc travailler et se déplacer activement dans les deux directions. Le raccord servant à la sortie de la tige de piston est appelé raccord A et le raccord pour rentrer la tige est appelé raccord B. Ce vérin est donc appelé « vérin à double effet » parce que l'air permet de sortir et rentrer la tige de piston du vérin. Nous vous proposons de réaliser l'essai ci-après pour avoir une idée du fonctionnement en pratique.

Essai :

Fixez un morceau du tuyau bleu au raccord A d'un vérin et reliez-le avec le raccord de tuyau du compresseur préalablement raccordé au support de pile. La tige de piston sort dès que vous mettez le compresseur en circuit. Étant donné qu'il s'agit d'un vérin à double effet, le piston rentre dès que vous raccordez le tuyau au raccord B et que vous le réalimentez en air comprimé via le compresseur.

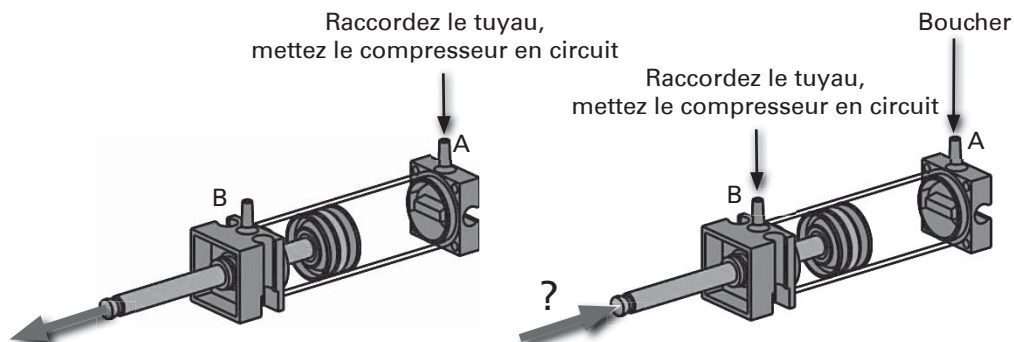


Nous avons préalablement expliqué qu'il existe aussi des « vérins à simple effet ». La tige de piston ne se déplace que dans un sens dans de tels vérins. On se sert alors fréquemment d'un ressort pour le déplacement dans l'autre sens.

Effectuez encore un essai pour démontrer qu'il est possible **de comprimer l'air**.

Essai :

Ressortez maintenant le piston du vérin en raccordant à nouveau le tuyau bleu raccordé avec le compresseur au raccord A pour établir l'alimentation en air comprimé. Modifiez le raccordement après la sortie de la tige de piston en raccordant le tuyau au raccord B et en bouchant le raccord A avec le doigt.

**Observation :**

Nous ne pouvons que rentrer la tige de piston un petit peu. Savez-vous pourquoi ?

Explication :

L'air contenu dans le vérin ne peut pas s'échapper parce que vous avez bouché le raccord A avec le doigt. Sauf que l'air demeure compressible. C'est aussi pour cette raison que la tige de piston a été rentrée un tout petit peu. La pression de l'air contenu dans le vérin augmente au fur et à mesure de la compression de l'air. Il est possible de mesurer cette pression avec un manomètre.

L'unité de mesure de la pression est « bar » ou « pascal ». Vous pouvez aussi calculer le volume de la pression. La formule de calcul du volume de la pression est :

$$\text{Pression} = \text{force/aire} \quad \text{ou} \quad p = F/A$$

Cette formule montre que le volume de pression est fonction de la force exercée sur l'aire ronde dans le vérin.

Vous avez certainement remarqué qu'il est plutôt fatigant de permuter les tuyaux constamment. Les soupapes présentées au chapitre suivant sont conçues pour vous faciliter ce travail.

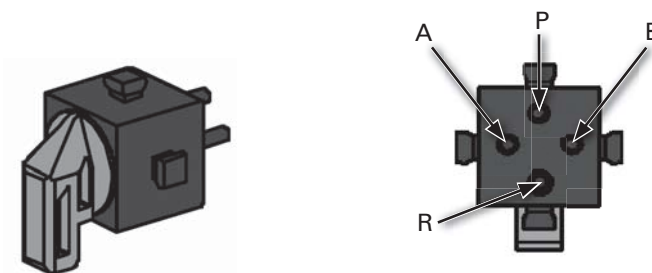


Manomètre

Soupapes

■ La soupape intégrée à un équipement pneumatique a pour fonction de réguler le courant d'air appliqué au vérin pneumatique de manière à ce que le vérin puisse sortir ou rentrer. Une soupape est une pièce qu'il est possible d'actionner électriquement, pneumatiquement ou manuellement.

La boîte de construction Pneumatic 3 contient des soupapes manuelles.
Ces soupapes sont chacune équipées de quatre raccords :



Le raccord P du milieu sert à alimenter le compresseur en air comprimé. La tubulure gauche ou droite (A ou B) régule l'air comprimé vers le raccord A ou le raccord B du vérin. Le raccord R dans le bas de la soupape est destiné à la purge d'air. C'est via cette purge que l'air retournée par le vérin s'échappe. Procédez à l'essai suivant pour tester le fonctionnement de la soupape.

Essai :

Reliez le compresseur préalablement raccordé au support de pile avec une de vos soupapes. Prenez, pour ce faire, un morceau du tuyau bleu et fixez-le au raccord de tuyau du compresseur et au raccord P de la soupape. Ne raccordez rien aux autres raccords. Placez le commutateur bleu de la soupape manuelle sur le milieu et mettez le compresseur en circuit.



Observation :

Rien ne se produit.

Explication :

Tous les raccords sont verrouillés si vous placez le commutateur de la soupape manuelle sur la position du milieu et l'air ne traverse pas.

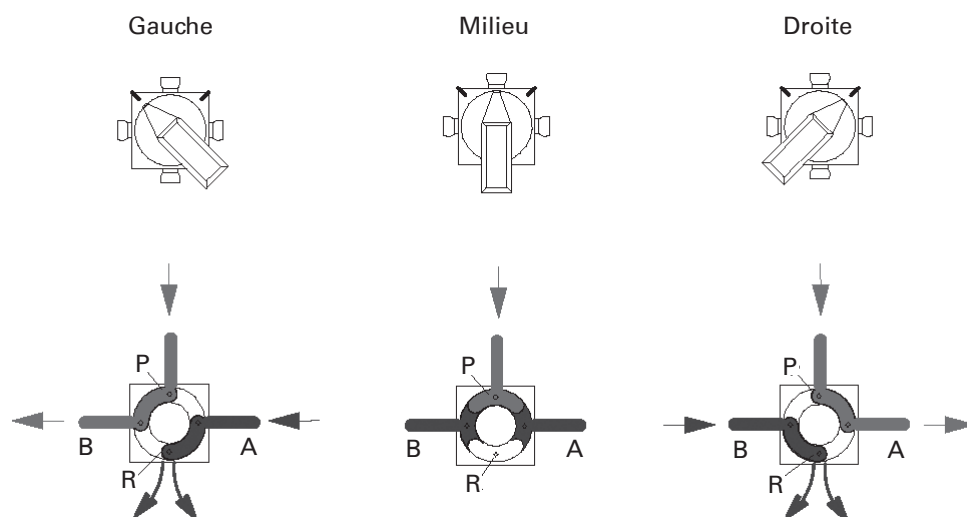
Tournez ensuite le commutateur de la soupape vers la droite et remettez le compresseur en circuit. Tapez pendant ce temps avec votre doigt constamment sur les tubulures A et B demeurées libres. Faites de même après avoir tourné le commutateur de soupape vers la gauche.

Observation :

L'air traverse toujours le raccord A si vous tournez le commutateur bleu de la soupape vers la droite et le raccord B si vous tournez le commutateur vers la gauche.

Explication :

La figure vous aide à comprendre comment l'air traverse la soupape si vous tournez le commutateur dans différentes directions. Le trait clair correspond à l'air comprimé traversant la soupape. Les lignes foncées vous montrent le flux de l'air retourné via le vérin.



La soupape est donc équipée de **quatre** raccords et de **trois** positions du commutateur (Milieu – Gauche – Droite). C'est pour cette raison que la soupape est désignée comme soupape à 4/3 orifices en pneumatique.

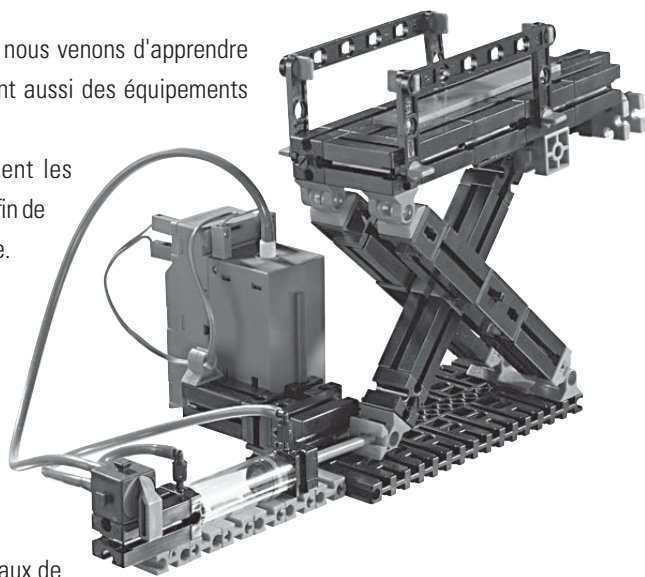
Maquettes fonctionnelles pneumatiques

Table élévatrice à ciseaux

■ Le moment est venu d'appliquer tout ce que nous venons d'apprendre à vos propres maquettes qui sont habituellement aussi des équipements pneumatiques au format réel.

Pour ce faire, nous construisons successivement les quatre maquettes et effectuons un à deux essais afin de mieux comprendre comment tout cela fonctionne.

■ Les tables élévatrices sont des moyens de fortune pour soulever les charges lourdes. Elles servent essentiellement au chargement de pièces à usiner. Une telle plate-forme de levage est composée d'un bâti destiné à recevoir la charge. C'est à ce bâti qu'on doit fixer les ciseaux de taille identique. Ces ciseaux se déplacent au centre d'un axe également fixé au bâti.



Construisez la première maquette en suivant les instructions de montage afin de comprendre le fonctionnement de la table élévatrice à ciseaux correctement.

Table élévatrice à ciseaux – Exercice 1 :

Raccordez d'abord le compresseur et posez les tuyaux aux termes de la description des instructions de montage avant de tourner le commutateur bleu de la soupape vers la droite. Que va-t-il se passer ? La table élévatrice à ciseaux se déplace vers le haut. Mais pourquoi ?



Vous avez raccordé les tuyaux de votre maquette de manière à ce que la tubulure A de votre soupape dirige l'air comprimé vers le raccord A du vérin et ceci fait sortir le piston du vérin. Cette sortie a pour effet de pousser l'axe médian de la table élévatrice vers la droite, de lever les ciseaux de ce fait et de pousser le tout vers le haut.

Vous pouvez redéplacer la plate-forme de levage vers le bas en tournant la soupape vers la gauche, ce qui a pour effet de rentrer le piston du vérin.

Table élévatrice à ciseaux – Exercice 2 :

Que ce passe-t-il si la table élévatrice à ciseaux doit porter une charge plus lourde, p. ex. une tasse ou un portable ? Êtes-vous encore en mesure de déplacer la plate-forme de levage vers le haut ?

Tentez de constater quel poids vous devez appliquer sur la plate-forme de levage afin qu'elle soit tout juste en mesure de soulever le poids. Prenez note de cette valeur dans le tableau ci-après.



Objet	Poids exprimé en grammes	Plate-forme de levage se déplace vers le haut – Oui / Non

Table élévatrice à ciseaux – Exercice 3 :

Avez-vous une idée de ce que vous devez faire afin que la plate-forme de levage supporte des charges encore plus lourdes ?

Réfléchissez aux possibilités d'accroître la puissance de levage de la table élévatrice à ciseaux.

**Solution :**

Si la force d'un vérin ne suffit pas pour soulever des charges lourdes, vous devez y ajouter un deuxième vérin pneumatique.

Intégrez le deuxième vérin dans la plate-forme de levage selon les instructions de montage et raccordez-le aux termes du schéma de raccordement des tuyaux y figurant.

Répétez **l'exercice 2 de la table élévatrice à ciseaux** avec votre maquette et examinez ce qui a changé.

Objet	Poids exprimé en grammes	Plate-forme de levage se déplace vers le haut – Oui / Non

Dans le chapitre « vérin pneumatique » vous avez appris que la force dépend de la pression et de l'aire sur laquelle cette pression est exercée (aire ronde dans le vérin). La pression produite par le compresseur est constante et il en découle que nous devons augmenter l'aire sur laquelle la pression est exercée. C'est ce que nous faisons en utilisant deux vérins. La pression peut alors agir sur le double de l'aire (deux aires rondes du vérin).

Ceci a également pour effet de doubler la force portante et le poids soulevable. Ceci signifie que nous pouvons produire plus de force en agrandissant l'aire.



Pompe à ballons

■ Vous avez certainement déjà gonflé grand nombre de ballons. Et la bouche vous faisait certainement mal au bout d'un certain temps, sans oublier que vous commenciez à manquer de souffle, n'est-ce pas ? C'est terminé maintenant ! Tout ceci ne pourra plus vous arriver avec notre maquette ci-après d'une pompe pour ballons, qui vous permettra de gonfler les ballons pneumatiquement. Servez-vous maintenant des instructions de montage pour construire la maquette de démonstration.

Il suffit, après le montage de la maquette, de tourner le commutateur de soupape vers la droite afin que l'air afflue dans le ballon via le raccord A. L'air ressort du ballon via le raccord R dès que vous tournez le commutateur de soupape vers la gauche.



Ballon – Exercice 1 :

Combien de temps le compresseur mettra-t-il pour gonfler le ballon complètement ? Stoppez la durée à l'aide d'un chronomètre.



Ballon – Exercice 2 :

Déterminez maintenant le volume d'air de votre ballon gonflé. Pour ce faire, vous devez fermer le ballon. Prenez un seau et remplissez-le d'eau jusqu'au bord. Placez ensuite un récipient sous le seau. Immergez le ballon complètement dans l'eau. L'eau déborde et coule dans le récipient collecteur sous le seau. Versez l'eau recueillie par le récipient dans un doseur d'un litre et vous connaissez le volume du ballon en litres.

Cette méthode est par ailleurs aussi appropriée à la détermination du volume de vos poumons, si vous ne gonflez pas le ballon avec la pompe à ballon, mais autant que possible avec une seule inspiration.

Ballon – Exercice 3 :

L'air a-t-il un poids ?

Procédez à l'essai suivant pour le constater. Pour ce faire, vous devez vous équiper d'une balance de précision (p. ex. d'un pèse-lettre) et du ballon contenu dans votre boîte de construction. Pesez d'abord le ballon et prenez note de son poids. Gonflez ensuite le ballon en vous servant de votre maquette. Mesurez et prenez ensuite note du poids du ballon gonflé. Voyez-vous une différence ?

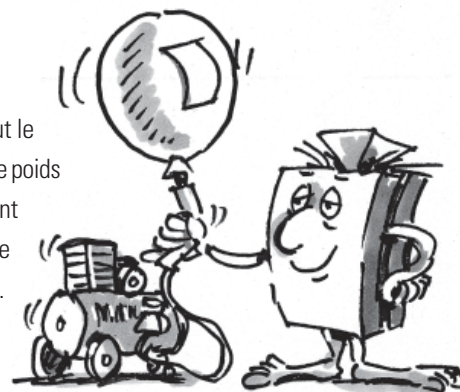


Observation :

Le ballon gonflé pèse un petit peu plus que le ballon vide.

Explication :

Le ballon gonflé contient de l'air. L'air a un poids et exerce une pression. Galileo Galilei ou Galilée fut le premier à faire cette découverte au 16ème siècle. Une litre d'air pèse approximativement 1,3 gramme. Le poids de l'air n'est toutefois pas toujours identique. L'air chaud est plus léger que l'air froid qui a nettement moins de molécules. 1,3 gramme semble insignifiant à priori, mais change de signification en sachant que la terre est entourée d'une enveloppe d'air dense d'une épaisseur ou altitude d'environ 100 kilomètres. Il en résulte que notre corps est soumis à une pression d'air d'environ 5500 kg. Nous ne ressentons pas ce poids parce que notre corps exerce une contre-pression. Mais vous ressentez par exemple cette pression dans vos oreilles lors du démarrage ou de l'atterrissage à bord d'un avion.



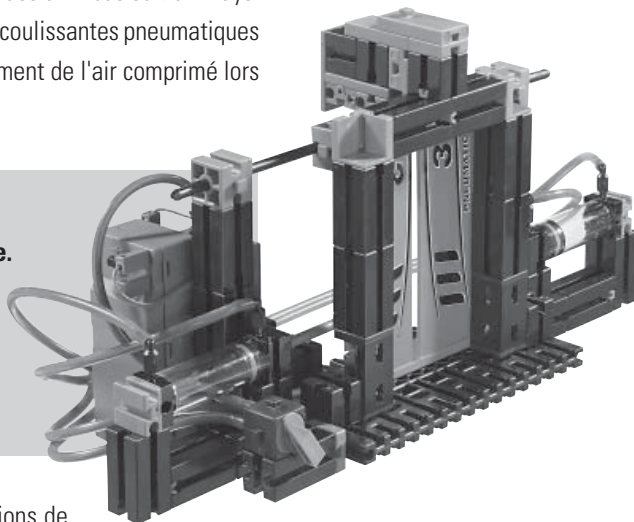
■ Les portes coulissantes appartiennent au quotidien lorsque vous entrez ou sortez p. ex. d'un grand magasin ou d'un véhicule de transport en commun. Ces portes s'ouvrent manuellement ou par le biais de mécanismes électriques, hydrauliques ou pneumatiques. Les portes coulissantes à ouverture et fermeture pneumatiques (donc à l'air comprimé) sont p. ex. fréquemment installées dans des omnibus ou tramways. Ainsi, les trains du réseau express régional de Berlin étaient équipés de portes coulissantes pneumatiques dès 1927. Et vous avez certainement déjà entendu le sifflement de l'échappement de l'air comprimé lors de l'ouverture des porte d'un tram ou d'un bus.

Double porte coulissante

Double coulissante porte – Exercice 1 :

Construisez une porte coulissante double à commande pneumatique.

Tentez de monter votre porte de manière à ce que les deux portes s'ouvrent et se ferment via une soupape. Avez-vous une idée de ce que vous devez faire pour commander deux vérins via une seule soupape ?



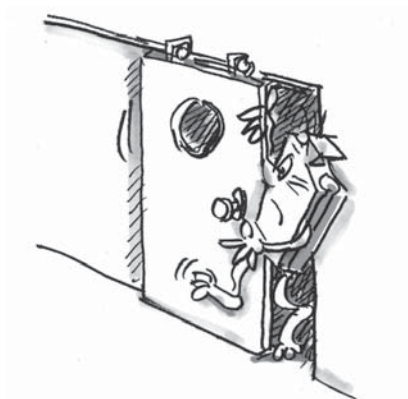
La solution respective est également décrite dans votre manuel des instructions de montage. Afin de résoudre cet exercice, vous devez commuter les deux vérins en ligne selon la description donnée dans les instructions de montage. Ceci signifie que les deux vérins sont traversés par le même flux d'air comprimé. Si vous réglez la soupape sur le raccord A de votre maquette montée, le flux d'air a pour effet de replier les deux pistons du vérin et d'ouvrir les portes de ce fait. Vous pouvez refermer les portes en tournant la soupape vers la gauche dès que les pistons ressortent.

Double coulissante porte – Exercice 2 :

Vous savez que les équipements de ce genre ne sont évidemment pas commandés manuellement en réalité. Avez-vous une idée d'une commande automatique appropriée à ce genre de systèmes ?

**Solution :**

Personne n'utilise des soupapes manuelles pour fermer les portes en réalité. Ces fonctions sont assurées par des soupapes qui s'ouvrent et se ferment via une impulsion électrique. Les impulsions agissant sur les



soupapes proviennent d'un Automate Programmable Industriel également appelé API. Le programmeur décide de l'ordre des opérations à effectuer par les soupapes et enregistre cette programmation ; et voilà, l'équipement fonctionne automatiquement.

Ce que vous devez faire pour automatiser vos maquettes grâce à fischertechnik est décrit au chapitre concernant la « Pneumatique plus que jamais ».

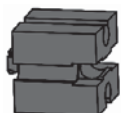
Catapulte

■ Rappelez-vous ce que vous aviez appris au début de ce manuel d'accompagnement concernant le Grec Ctésibios qui avait conçu la première catapulte il y a bien longtemps. Il savait comment construire une machine à lancer des projectiles et il va sans dire que vous pouvez en faire de même !

Catapulte – Exercice 1 :



Construisez une catapulte à commande pneumatique avec un vérin sans instructions. Avez-vous une idée du fonctionnement d'une telle catapulte ? Référez-vous à notre proposition contenue dans les instructions de montage au cas contraire.



Élément de construction 15

Catapulte – Exercice 2 :

Procédez à un nouvel essai pour tester la force de propulsion de votre simple catapulte. Équipez-vous d'un mètre ruban / mètre pliant ou rigide et d'un élément de construction 15 de couleur noire.

Posez votre élément de construction dans le « panier » du bras de propulsion. Actionnez ensuite la soupape manuelle et mesurez à quelle distance l'élément de construction a été projeté. N'oubliez pas de fixer un point au départ duquel vous mesurerez la distance. (p. ex. l'extrémité de la maquette côté corbeille). Prenez note de cette valeur dans le tableau.



Type de maquette	Distance de propulsion en cm
Simple maquette	

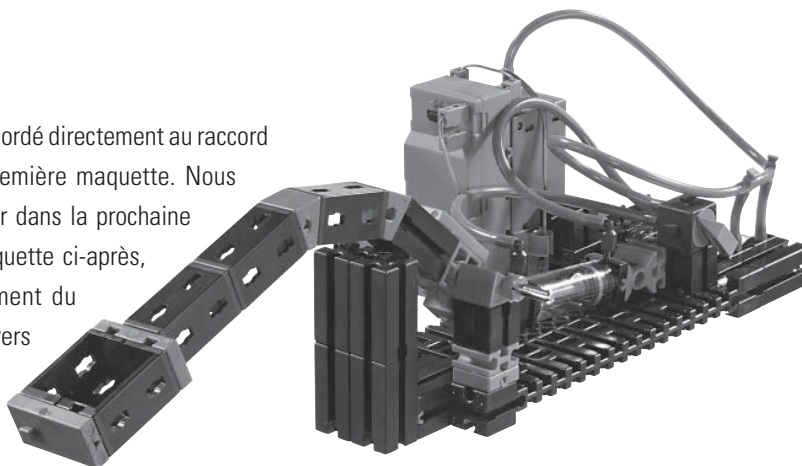
Catapulte – Exercice 3 :



Nous espérons que votre catapulte fonctionne déjà très bien. Sauf que nous voulons tenter de propulser l'élément de construction encore plus loin. Réfléchissez aux possibilités réalisables.

Solution 1 :

Votre compresseur sans réservoir d'air était raccordé directement au raccord médian P de la soupape manuelle pour la première maquette. Nous procédons au montage de deux réservoirs d'air dans la prochaine maquette. Ceci signifie, dans le cas de la maquette ci-après, que l'air comprimé n'est pas dirigé directement du compresseur vers la soupape manuelle, mais vers les autres vérins. Ces vérins se remplissent d'air comprimé, qu'ils accumulent.



Incorporez maintenant deux vérins en tant que réservoirs d'air dans votre simple maquette. Consultez vos instructions de montage si vous ne savez pas exactement ce que vous devez faire pour incorporer le réservoir d'air dans votre maquette.

Posez votre élément de construction dans le bras de propulsion et actionnez à nouveau votre soupape manuelle pour lancer l'élément de construction. Prenez note de la distance parcourue par l'élément de construction cette fois-ci.

Type de maquette	Distance de propulsion en cm
Maquette à réservoir d'air	

Que remarquez-vous ? Quelle maquette donne le meilleur résultat ? Savez-vous pourquoi ?

Observation :

L'élément de construction est lancé plus loin avec votre maquette à réservoir d'air.

Explication :

Votre compresseur peut mettre un certain volume d'air à disposition en présence d'une pression définie. C'est-à-dire qu'il fournit un volume d'air d'env. deux litres par minute lors d'une pression constante de 0,7 à 0,8 bar. L'utilisation d'un réservoir d'air permet de mettre un plus gros volume d'air plus rapidement à la disposition du mécanisme. L'air est disponible immédiatement et le compresseur ne doit pas le produire. Il permet au bras de propulsion d'exécuter son mouvement plus rapidement et d'appliquer une plus forte accélération à l'élément de construction qui vole plus loin de ce fait.

Solution 2 :

Le dicton bien connu en Allemagne que quelqu'un qui tient les commandes est du bon côté du levier provient de la technique et plus précisément de la loi de levier. Ceci signifie pour vous et votre maquette que vous pouvez exercer plus de force avec un bras de levier plus grand.

Prolongez le bras de propulsion de votre maquette, donc le bras de levier, et mesurez la distance de propulsion de votre élément de construction. Vous verrez que vous pouvez confirmer la loi du levier avec votre maquette.



Type de maquette	Distance de propulsion en cm
Maquette à bras de levier prolongé	

Et voilà, nous avons atteint la fin de notre chapitre d'introduction. Vous avez certainement constaté que la pneumatique est bien plus compliquée que ça en à l'air et qu'elle est très intéressante. À vous de jouer et de découvrir les maquettes de la boîte de construction Pneumatic 3 au chapitre suivant.

Maquettes pneumatiques

■ La boîte de construction Profi Pneumatic 3 contient, non seulement, des maquettes fonctionnelles, mais également quatre maquettes supplémentaires assorties de fonctions de jeux captivantes. Il s'agit notamment des maquettes proches de la réalité d'un surélévateur de balles de foin, d'un débusqueur forestier, d'un chargeur frontal et d'un tracteur à godet. Intégrez le compresseur dans votre maquette et reliez-le avec vos soupapes et vérins pneumatiques. Ensuite, vous pouvez p. ex. vous servir des soupapes manuelles pour commander les griffes de la grue de votre surélévateur de balles de foin ou de l'abatteuse forestière manuellement. Construisez quelque chose à charger en vous servant des autres éléments de construction et chargez-la p. ex. sur une maquette d'un porteur.

Les fonctions de ce genre ne sont pas exécutées pneumatiquement en réalité, mais via des équipements hydrauliques. L'hydraulique fonctionne à l'huile et pas à l'air pour faire bouger les vérins. L'huile n'est pas compressible, contrairement à l'air, et ceci permet de transmettre des forces nettement plus élevées qu'avec des systèmes pneumatiques. Toutefois est-il que la force pneumatique suffit absolument pour vos maquettes de la boîte de construction Pneumatic 3. L'énergie pneumatique est par ailleurs particulièrement propre, rapide, fiable et avant toute chose captivante.

Nous vous souhaitons beaucoup de plaisir de montage et de jeu.

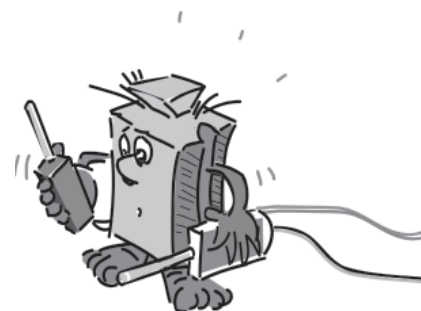


Si quelque chose ne fonctionne pas correctement

■ Veuillez vous référer au tableau ci-après à supposer que votre maquette ne fonctionne pas correctement. Ce tableau comprend une liste des erreurs pouvant se présenter et des causes respectives. Il a également pour ambition de vous indiquer des trucs et astuces permettant de remédier aux erreurs de cas en cas.

Panne	Cause possible	Remède
Le compresseur ne fonctionne pas	• Pile manque • Support de pile n'est pas en circuit • Fils ne sont pas introduits / serrés correctement	• Utilisez la pile monobloc de 9 Volts ou l'Accu Set • Contrôlez les fils
Rien ne se déplace	• Plusieurs soupapes sont en position A ou B (trop d'air traversant les soupapes)	• Amenez toutes les soupapes à nouveau en position neutre (position de blocage) après chaque mouvement

Panne	Cause possible	Remède
Le compresseur fonctionne normalement, mais le vérin pneumatique amorcé ne bouge que très lentement ou pas du tout	- Défaut d'étanchéité de la soupape manuelle <u>Contrôle</u> : amenez la soupape en position neutre. Mettez les trois raccords sous pression l'un après l'autre et immergez dans l'eau. La soupape n'est pas étanche en cas de remontée de nombreuses bulles d'air - Défaut d'étanchéité du vérin pneumatique <u>Contrôle</u> : mettez les deux raccords sous pression l'un après l'autre et immergez dans l'eau. Le vérin n'est pas étanche en cas de remontée de nombreuses bulles d'air	- Remplacez la soupape manuelle - Remplacez le vérin pneumatique
Le compresseur et tous les vérins sont intacts, sauf qu'un vérin ne sort pas	- Tuyau bouché en un endroit - Tuyau plié ou déformé <u>Contrôle</u> : raccordez chaque tuyau individuellement au compresseur et testez le transport de l'air comprimé. Vous pouvez entendre et tâter le transport de l'air comprimé.	- Remplacez le tuyau bouché si besoin est - Évitez les plis ou déformations du tuyau



■ Cette boîte de construction Pneumatic 3 ne saurait mettre un point définitif au sujet passionnant de la pneumatique. Nous avons effectivement expliqué, au chapitre de la « double porte coulissante », que les maquettes pneumatiques sont habituellement automatisées dans notre vie quotidienne. La boîte de construction ROBO TX ElectroPneumatic est exactement ce qu'il vous faut pour en savoir plus sur l'automatisation des maquettes électropneumatiques et la technique du vide. Les maquettes pneumatiques du flipper, du moteur pneumatique, du robot de triage des couleurs et du robot du parcours à billes de cette boîte de construction ne sont pas commandés via des soupapes manuelles, mais par le biais de soupapes électromagnétiques. Vous pouvez programmer et commander les maquettes via votre microordinateur (PC) via le ROBO TX Controller et le logiciel convivial ROBO Pro. C'est le nec plus ultra de la technique.

Nous sommes convaincus que vous penserez ou repenserez à votre boîte de construction Pneumatic 3 chaque fois que vous serez confronté à la pneumatique dans votre vie quotidienne ou professionnelle. Vous constaterez que la pneumatique fonctionne théoriquement comme dans la boîte de construction fischertechnik « pour de vrai » et que vous êtes familiarisé avec ce sujet depuis longtemps.

Pneumatique plus que jamais

